

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 959 307 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

24.11.1999 Patentblatt 1999/47

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F24F 3/147

(21) Anmeldenummer: 98810472.5

(22) Anmeldetag: 20.05.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstrecksstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: POLYBLOC AG

8404 Winterthur (CH)

(72) Erfinder: Bachofen, Friedrich

8353 Elgg (CH)

(74) Vertreter:

Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG

Seuzachstrasse 2

Postfach 366

8413 Neftenbach/Zürich (CH)

Bemerkungen:Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)  
EPÜ.

## (54) Sorptions- Plattenwärmeaustauscher

(57) In einem Verfahren zum Trocknen oder Trocknen und Kühlen wird Luft (14) über wenigstens einen Plattenwärmeaustauscher (12) in einen Raum (20) geleitet und mit einem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel (32) entfeuchtet. Die Luft (14) wird dabei eingangsseitig eines Plattenwärmeaustauschers (12) mit dem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel (32) in Strömungsrichtung kontinuierlich oder periodisch besprüht und die Kondensationswärme unter Aufrechterhaltung einer praktisch isothermen Entfeuchtung der Luft laufend abgeführt. Die dazu eingesetzte Sorptionsanlage (10) umfasst wenigstens einen korrosionsfesten Plattenwärmeaustauscher (12) mit einem eingangsseitig der Sorptions-Strömungskanäle angeordneten Spritzdüsenbalken (26) oder einer Spritzdüsenmatrix (30) für das aufbereitete Sorptionsmittel (32). Eingangsseitig der Kühlluft-Strömungskanäle (22) ist ein Spritzdüsenbalken (38) für das Kühlwasser (36) angeordnet. Weiter umfasst die Vorrichtung eine Auffangwanne (40) für das abtropfende, verdünnte Sorptionsmittel (30) und einen Aufbereitungskreislauf (52) für das Sorptionsmittel (34) mit einer Desorptionseinrichtung (46), einer Kühleinrichtung (48) und einer Pumpe (50).

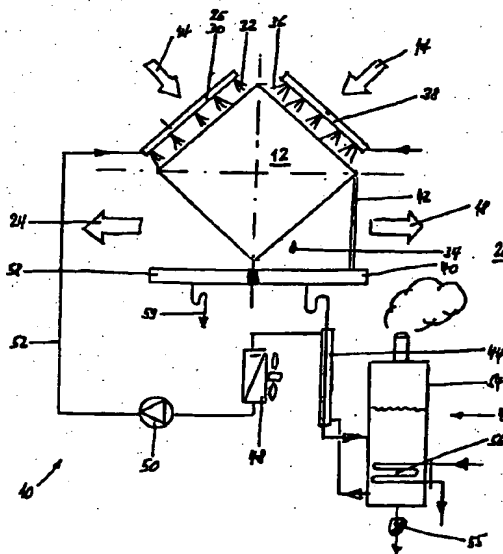


Fig. 1

EP 0 959 307 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Trocknen oder Trocknen und Kühlen von über wenigstens einen Plattenwärmeaustauscher in einen Raum geleiteter Luft, mit einem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel.

[0002] Der gängige Begriff Luft wird hier und im folgenden einfachheitshalber für atmosphärische Aussenluft, Prozessluft und andere zu trocknende oder zu trocknende und zu kühlende Gase verwendet. Unter einem Raum wird ein geschlossenes Volumen verstanden, welches einen Raum eines Gebäudes, ein Gefäss oder einen definierten Körperinhalt ganz allgemein bedeutet.

[0003] Zur Klimatisierung von Wohn-, Arbeits- und Lagerräumen sowie von temperaturempfindlichen Objekten werden je nach Empfindlichkeitsstufe Heiz- und/oder Kühlanlagen eingesetzt, welche jedoch nicht nur zum Heizen, sondern auch zum Kühlen einen verhältnismässig hohen Energieverbrauch verursachen. Im Rahmen zunehmend scharfer ökologischer Rahmenbedingungen, gepaart mit langfristig steigenden Energiekosten, hat das Recyclingprinzip auch auf diesem Gebiet Einzug gehalten. Die austretende Abluft wird je nach Jahreszeit zum Vorkühlen oder Vorwärmen der Aussenluft eingesetzt. Zur Erzielung eines möglichst hohen Wirkungsgrades werden die beiden Luftströme bei strikter Trennung mit möglichst grossen Austauschflächen durcheinander hindurchgeführt. Die dazu häufig eingesetzten Plattenwärmeaustauscher arbeiten in an sich bekannter Weise nach dem Gegen- oder nach dem Kreuzstromprinzip.

[0004] Die laufend erhöhten Anforderungen an eine behagliche Wohnqualität können jedoch durch ausschliessliches Heizen und Kühlen nicht mehr erfüllt werden, zur Klimatisierung gehört auch die Regelung der Luftfeuchtigkeit. Insbesondere in der heissen Jahreszeit umfassen die Ansprüche an die Klimatisierung eine Herabsetzung der Luftfeuchtigkeit, welche beim Abkühlen relativ zunimmt. Bei der Entfeuchtung der Aussenluft werden nicht nur feste, hygroskopische Materialien eingesetzt, sondern auch flüssige Sorptionsmittel. Gesättigte Lösungen von in Wasser gelösten hygroskopischen Salzen erniedrigen den Feuchtigkeitsgehalt von vorbeiströmender Luft, indem Wasser absorbiert bzw. kondensiert wird. Wie bei jedem Kondensationsprozess entsteht dabei Wärme, welche jedoch wegen des grösseren Absorptionsvermögens bei tieferen Temperaturen unerwünscht ist.

[0005] An sich bekannte Sorptionsmittel sind gesättigte Lösungen von Salzen der Alkali- und Erdalkalimetalle, beispielsweise Lithiumchlorid und/oder Calciumchlorid. Bei der Auswahl spielen neben dem Absorptionsvermögen auch weitere Faktoren eine Rolle, beispielsweise die Umweltverträglichkeit, toxische Einwirkungen und nicht zuletzt der Preis.

[0006] Für das Verständnis der treibenden Kraft bei

einem Absorptionsvorgang, in der Praxis meist kurz als Sorptionsvorgang bezeichnet, ist die Kenntnis des Dampfdruckes über dem Flüssigkeitsspiegel von grosser Bedeutung. Ein gutes Sorptionsmittel weist einen geringeren Dampfdruck auf als Wasser in Luft. Bei einer grösseren Differenz ist auch das Sorptionsvermögen höher.

[0007] Allgemein bekannt sind Sorptionssysteme zur Entfeuchtung von Luft, bei welchen die Stoff- und Wärmeübertragung bei der Absorption über geeignete Austauschflächen von Packungen erfolgt. Die Salzlösung wird mittels geeigneter Sprühvorrichtungen über die Austauschflächen verteilt und fliesst im Gegenstrom in Schwerkraftrichtung. Eine Packung besteht beispielsweise aus Füllkörpern, wie Raschig-Ringen, Pall-Ringen, Intalox-Sätteln oder Berl-Sätteln.

[0008] Durch die Aufnahme von Luftfeuchtigkeit wird die hygroskopische Salzlösung verdünnt, bis sie deutlich weniger oder kein Wasser mehr absorbieren kann.

[0009] Billige und ökologisch unbedenkliche Salzlösungen werden nach dem Einwegprinzip verwendet und entsorgt. Die trifft beispielsweise für eine wässrige Calciumchloridlösung zu. Im Gegensatz zu dem in dieser Sorptionstechnologie oft verwendeten Lithiumchlorid ist Calciumchlorid ungiftig und sogar voll lebensmitteltauglich. Ausserdem ist Calciumchlorid wesentlich weniger korrosiv als das auch gesundheitsschädliche Lithiumchlorid. Mit Lithiumchlorid lässt sich ein tieferer Taupunkt als mit Calciumchlorid erreichen. Dagegen, und dies ist für ökonomische Prozesse auch bedeutungsvoll, ist Calciumchlorid wesentlich billiger als Lithiumchlorid. Schliesslich kann Calciumchlorid im Winterdienst zur Frostfreihaltung von Strassen in grossen Mengen verwendet werden.

[0010] Ein weiterer Vorteil von flüssigen hygroskopischen Sorptionsmitteln besteht darin, dass bei der Zuleitung von Aussenluft in einen Raum eine perfekte Keimfreiheit der Zuluft gewährleistet ist, was sich vor allem bei bewohnten oder anderen Räumen mit speziellem Verwendungszweck von Bedeutung ist.

[0011] Bei einem rotierenden Sorptionsentfeuchter, dem an sich bekannten Sorptionsrad, kann die bei der Entfeuchtung entstehende Kondensationswärme welche die Wasserabsorption des Sorptionsmittels stark reduziert, nicht hinreichend abgeführt werden. Hinzu kommt noch die sogenannte Schleppwärme durch die Regeneration.

[0012] Die heute auf allen Gebieten zunehmende Regelungsdichte macht auch bei den Vorschriften über die Entfeuchtung von Aussenluft nicht Halt. So muss beispielsweise in Deutschland (ausser Küstengebieten) nach DIN 4710 (11.82) für eine Entfeuchtung der Aussenluft auf 8 g/kg mit 2900 Entfeuchtungsgrammstunden gerechnet werden, um den vorstehenden maximalen Aussenluftzustand zu erreichen. Dies bedeutet, dass vorwiegend in den Sommermonaten entfeuchtet werden muss, nach einer Statistik während 71 Tagen. Die durchschnittliche Belastung während die-

sen 71 Tagen beträgt nur etwa 24% der maximalen Entfeuchtungsleistung.

**[0013]** Der Erfinder hat sich die Aufgabe gestellt, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche den Feuchtigkeitsentzug aus Luft ohne die übliche Aufwärmung auf einfache, wirtschaftliche Weise ermöglichen.

**[0014]** Mit Bezug auf das Verfahren wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Luft eingangsseitig eines Plattenwärmeaustauschers mit dem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel in Strömungsrichtung kontinuierlich oder periodisch besprüht und die Kondensationswärme unter Aufrechterhaltung einer praktisch isothermen Entfeuchtung der Luft laufend abgeführt wird. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen des Verfahrens sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

**[0015]** Der zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens verwendete Plattenwärmeaustauscher ist in der Regel ein Kreuzstrom-, kann aber auch ein Gegenstromtauscher an sich bekannter Bauart sein. Materialmässig müssen die Erfordernisse bezüglich der Korrosionsbeständigkeit erfüllt werden.

**[0016]** Die beim Sorptionsvorgang gebildete Kondensationswärme kann unter Einhaltung einer praktisch isothermen Entfeuchtung der Luft besonders vorteilhaft erfüllt werden, wenn eingangsseitig eines Kreuzstromwärmetauschers in gleichen Zeitintervallen ein feiner Sprühstrahl von aufbereitetem Wasser in die Kühlluft-Strömungskanäle gesprüht wird. Dabei müssen zwei Bedingungen gleichzeitig eingehalten werden:

- Das aufgesprühte Wasser darf nicht abtropfen.
- Die luftbestrichenen Flächenelemente müssen jedoch bis zum nächsten Besprühen feucht bleiben.

**[0017]** Diese Bedingungen werden erfüllt durch eine programmgesteuert wandernde und Kühlwasser versprühende Düsenleiste oder ein entsprechend gesteuertes matrixförmig ausgebildetes Düsenfeld. Die Reinigung der Kühlluft-Strömungskanäle erfolgt durch Ausschwennen am Schluss einer Arbeitsperiode.

**[0018]** Dieses bevorzugte Kühlverfahren hat den grossen Vorteil, dass kein Kühlwasser abtropft und so das Sorptionsmittel weiter verdünnt und die Regeneration allenfalls erschwert und verteuert. Für Details bezüglich eines Plattenwärmeaustauschers mit der erwähnten Benetzungseinrichtungen wird auf die WO, A1 96/22497 verwiesen.

**[0019]** Die vorzugsweise gesättigte Sorptionsmittellösung wird kontinuierlich oder in verhältnismässig kurzen Zeitabständen von wenigen Sekunden bis einigen Minuten, zweckmässig 10 Sekunden bis 3 Minuten, in die Sorptions-Strömungskanäle gesprüht. Durch die Kondensation von Luftfeuchtigkeit wird das Sorptionsmittel verdünnt, es fliesst mehr Lösung aus den Kanälen als eingesprüht wird.

**[0020]** Billige, ökologisch unbedenkliche Sorptions-

mittel, wie beispielsweise eine wässrige Calciumchloridlösung, werden direkt in die Kanalisation geleitet oder einer sinnvollen dritten Nutzung zugeführt.

**[0021]** In der Regel wird das aus den Sorptions-Strömungskanälen abtropfende verdünnte Sorptionsmittel aufgefangen, zur Desorption des aufgenommenen Wassers erwärmt und/oder der darüberliegende Hohlraum teilvakuiert. Das Verfahren ist so programmiert, dass die beim Sorptionsvorgang aufgenommene Wassermenge wieder ausgetrieben wird. Die in den gesättigten Bereich konzentrierte Salzlösung wird unter Kühlung zur Wiederverwendung in die eingangsseitigen Sprühdüsen des Plattenwärmeaustauschers geleitet und wieder in den Kreislauf zurückgeführt.

**[0022]** Die Regeneration ist bei hygroskopischen Salzlösungen wesentlich, welche wegen ihrer Umweltschädlichkeit oder ihrem hohen Preis wiederverwendet werden müssen oder wollen. Durch Verdampfen oder sonstiges Austreiben von Wasser wird die wässrige Salzlösung, auch Sole genannt, wieder in ihren gesättigten ursprünglichen Zustand zurückgeführt und wieder verwendet.

**[0023]** Nach dem bekannten Stand der Technik muss zum Erhalt eines bestimmten Luftzustandes mit einer Kälteanlage zunächst soweit gekühlt werden, dass auf oder unmittelbar über der Taupunktklinie ein Punkt unterhalb des gewünschten Luftzustandes erreicht wird. Durch die Erwärmung der Luft mit einem normalen, warmwasserbetriebenen Heizregister wird sodann der gewünschte Luftzustand erreicht. Diese Methode ist energetisch aufwendig und kompliziert.

**[0024]** Im Gegensatz dazu wird nach einer Weiterausbildung der Erfindung beispielsweise für die Klimatisierung von bewohnten Räumen die Luft vorerst bei einer Temperatur von 30 bis 35° C, insbesondere bei etwa 32° C, nahezu isotherm entfeuchtet. Bei der isothermen Entfeuchtung liegen die Temperaturschwankungen in einer Bandbreite von  $\pm 2^\circ\text{C}$ , vorzugsweise  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Bei einer isothermen Entfeuchtung im Temperaturbereich von etwa 32°C, bei etwa 40% relativer Feuchte, was etwa 12,7 g Wasser/kg Luft entspricht, nimmt das Sorptionsmittel etwa die Hälfte der Luftfeuchtigkeit auf. Bei einer Endtemperatur von ebenfalls etwa 32°C beträgt die relative Feuchtigkeit noch 26,6%, was etwa 8 g Wasser/kg Luft entspricht. Bei einer Sorption ohne Kühlung würde sich die Zuluft statt isotherm adiabatisch bis auf über 42°C erwärmen. Da auf beiden Seiten des Plattenwärmeaustauschers energetisch mit einer Zustandsänderung (Kondensation und Verdampfung) gearbeitet wird, ist es möglich, den Entfeuchtungsvorgang isotherm ablaufen zu lassen.

**[0025]** Die entfeuchtete, bezüglich der Raumtemperatur noch zu warme Luft kann nun durch Verdunstungskühlung in einem zweiten Plattenwärmeaustauscher gekühlt werden, vorzugsweise durch die vorstehend beschriebene spezielle Verdunstungskühlung. So kann die Temperatur um 5 bis 15, vorzugsweise um etwa 10°C, erniedrigt und die gewünschte Raumtemperatur

erreicht werden.

[0026] Liegt nach dieser Abkühlung noch nicht die optimale Luftfeuchtigkeit vor, so kann auf eine vorausberechnete Temperatur oberhalb der gewünschten Raumtemperatur abgekühlt und dann unter weiterer Abkühlung bei gleichbleibender Enthalpie in einem zweiten Wärmeaustauscher wieder befeuchtet werden. Die Abkühlung mit Befeuchtung wird jedoch deutlich vor dem Erreichen der Taupunktlinie abgeschlossen. Die Abkühlung bei gleichbleibender Enthalpie durch Befeuchten beträgt beispielsweise 2 bis 10°C, insbesondere etwa 5°C. Die Annäherung an die Taupunktlinie beträgt zweckmässig höchstens etwa 2°C.

[0027] In bezug auf die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass eine Sorptionsanlage zum Trocknen oder zum Trocknen und Kühlen von Luft wenigstens einen korrosionsfesten Plattenwärmeaustauscher mit einem eingangsseitig der Sorptions-Strömungskanäle angeordneten Spritzdüsenbalken oder einer Spritzdüsenmatrix für das aufbereitete Sorptionsmittel und einem eingangsseitig der Kühlluft-Strömungskanäle angeordneten Spritzdüsenbalken für das Kühlwasser, eine Auffangwanne für das abtropfende, verdünnte Sorptionsmittel und einen Aufbereitungskreislauf für das Sorptionsmittel mit einer Desorptionseinrichtung, einer Kühleinrichtung und einer Pumpe umfasst. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen der Vorrichtung sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

[0028] Der Plattenwärmeaustauscher ist vorzugsweise aus Kunststoffolien aufgebaut. Besonders geeignet sind Plattenwärmeaustauscher mit alternierenden, sich kreuzenden Sorptions- und Kühlluft-Strömungskanälen. Im Gegensatz zu metallischen Werkstoffen für den Plattenwärmeaustauscher dürfen die Kunststoffplatten wegen ihrer niedrigen Wärmeleitfähigkeit nur dünn ausgebildet sein, beispielsweise aus reissfesten Kunststoffolien einer Dicke im Bereich von 0,1 bis 1 mm, insbesondere 0,5 bis 0,7 mm. Bei entsprechend grösserer Dicke können diese auch mit abgedeckten metallischen Bewehrungen versehen sein, beispielsweise Folien oder sich kreuzenden Fäden.

[0029] Das erfindungsgemässe Verfahren und die zugeordnete Vorrichtung erlauben mit einfachen Mitteln, grosse Luftvolumen einfach und kostengünstig zu entfeuchten und wo notwendig oder erwünscht zu kühlen. Das Erreichen der Taupunktlinie wird bei allen Verfahrensschritten vermieden. Dank der Sole, die entweder entsorgt oder regeneriert wird, ist auch eine perfekte Keimfreiheit der Zuluft gewährleistet.

[0030] Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen, welche auch Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine Sorptionsanlage mit einem Plattenwärmeaustauscher,

- Fig. 1a ein Detail des Wärmeaustauschers gemäss Fig. 1,
- Fig. 2 eine Sorptionsanlage mit zwei Plattenwärmeaustauschern,
- Fig. 3 eine Variante von Fig. 2,
- Fig. 4 ein Mollier-h-x Diagramm für feuchte Luft, und
- Fig. 5 eine Variante von Fig. 4.

[0031] Eine in Fig. 1 dargestellte Sorptionsanlage 10 mit Kühlungsmöglichkeit umfasst als Kernstück zur sorptionsgestützten Klimatisierung einen Plattenwärmeaustauscher 12. Dieser ist als Kreuzstrom-Wärmeaustauscher ausgebildet und modulförmig aus Kunststoffolien aufgebaut. Dieser Typ von Wärmeaustauschern ist an sich bestens bekannt, beispielsweise aus der EP,B1 0449783 und WO,A1 96/22497. Wegen der geringen Korrosionsanfälligkeit sind jedoch Kunststoffolien trotz der geringeren Leitfähigkeit gegenüber Metallfolien bevorzugt.

[0032] Die feuchte Aussenluft 14 strömt, wie in Fig. 1 und 1a angedeutet, durch parallel angeordnete Sorptions-Strömungskanäle 16 und werden als getrocknete Zuluft 18 in einen Raum 20, beispielsweise ein bewohntes Zimmer, geleitet. Durch die alternierend zwischen den Sorptions-Strömungskanälen 16 angeordneten Kühlluft-Strömungskanäle 22 strömt ebenfalls feuchte Aussenluft 14 durch den Kreuzstrom-Wärmeaustauscher 12 und tritt als erwärmte Kühlluft 24 wieder in die Atmosphäre aus. Sinngemäss kann die in die Kühlluft-Strömungskanäle 22 eintretende Aussenluft 14 auch Abluft sein, die erwärmte Kühlluft 24 ist in diesem Fall die Fortluft.

[0033] Die den Plattenwärmeaustauscher 12 bildenden Kunststoffolien 28 sind gemäss Fig. 1a derart angeordnet, dass die Strömungskanäle 16, 22 jeweils alternierend in einer Anströmungsrichtung für die Aussenluft 14 verschlossen sind.

[0034] Eingangsseitig der Sorptions-Strömungskanäle 16 ist ein wandernder Spritzdüsenbalken 26 (WO,A1 96/22497) oder eine Spritzdüsenmatrix 30 angeordnet, welche/r ein flüssiges, hygroskopisches Sorptionsmittel 32 in alle Sorptions-Strömungskanäle sprüht. Im vorliegenden Fall ist das Sorptionsmittel 32 eine wässrige, gesättigte  $\text{CaCl}_2$ -Lösung. Während des Durchströmens der Sorptions-Strömungskanäle nimmt das versprühte Sorptionsmittel 32 Feuchtigkeit der Aussenluft 14 auf und trocknet diese, wobei Kondensationswärme freigesetzt wird. Im Verlauf des Durchströmens der Sorptions-Strömungskanäle schlägt sich das zerstäubte Sorptionsmittel an den Kunststoffolien 28 nieder und kann - falls noch genügend konzentriert - Restfeuchtigkeit aufnehmen. Die Oberfläche der Kunststoffolien des Plattenwärmeaustauschers kann vergrössert ausgebildet sein, z.B. durch Aufrauung oder Veloursbeschichtung. Durch die vergrösserte Oberfläche mit einer Schicht von Sorptionsmittel wird der Sorptionsvorgang intensiviert. Bei einem wandernden

Spritzdüsenbalken 26 erfolgt die Feuchtigkeitsaufnahme überwiegend durch niedergeschlagenes Sorptionsmittel 32. Aus dem Plattenwärmeaustauscher 12 tritt getrocknete Zuluft 18 aus, welche beispielsweise noch die Hälfte der ursprünglichen Feuchtigkeit enthält. Weiter tropft aus dem Plattenwärmeaustauscher 12 verdünntes Sorptionsmittel 34 ab.

[0035] Die erfindungswesentlichen Vorteile, eine höhere spezifische Entfeuchtungsleistung und ein praktisch isothermer Entfeuchtungsvorgang, können nur erreicht werden, wenn die Kondensationswärme optimal abgeführt wird.

[0036] Gemäss dem Beispiel von Fig. 1 ist deshalb eingangsseitig der Kühlluft-Strömungskanäle 22 (Fig. 1a) ebenfalls eine Spritzdüsenmatrix oder bevorzugt ein wandernder Spritzdüsenbalken 38 angeordnet, es wird diesbezüglich erneut ausdrücklich auf die WO,A1 96/22497 verwiesen. Der einströmenden Aussenluft 14 wird soviel Kühlwasser 36 zugegeben, dass ausgangseitig nichts abtropft, die Kunststoffolien 28 jedoch stets feucht bleiben.

[0037] Der Plattenwärmeaustauscher 12 mit den Sprüheinrichtungen kann je nach Bedarf vielseitig eingesetzt werden:

- Im Winter zum Befeuchten der Aussenluft 14, indem durch den wandernde Spritzdüsenbalken 26 oder die Spritzdüsenmatrix 30 statt Sorptionsmittel 32 reines Kühlwasser 36 eingedüst wird.
- Zusätzlich zum Befeuchten kann die Aussenluft 14 durch Einleiten von Abluft in die Kühlluft-Strömungskanäle 22 vorgewärmt werden.
- Durch Einleiten von Kühlluft oder Warmluft in die Kühlluft-Strömungskanäle 22 kann eine reine Wärmeregulierung ohne Änderung des absoluten Feuchtigkeitsgehaltes der einströmenden Aussenluft erfolgen.

[0038] Im Bereich unterhalb der Austrittsöffnungen für die Zuluft 18 ist eine Wanne 40 für das abtropfende verdünnte Sorptionsmittel 34 angeordnet. Die Zuluft 18 durchströmt einen an sich bekannten Tropfenabscheider 42, welcher verhindert, dass Tröpfchen von Sorptionsmittel 34 in der Zuluft 18 verbleiben. Zum Austreiben des im Sorptionsmittel 34 kondensierten Wassers ist ein Aufbereitungskreislauf 52 ausgebildet, welcher einen Sole/Sole-Wärmeaustauscher 44, eine Desorptionseinrichtung 46, eine Kühleinrichtung 48 und eine Pumpe 50 umfasst, das nunmehr wieder angereicherte Sorptionsmittel 32 in den Bereich des Plattenwärmeaustauschers 12 zurückbringt und damit den Aufbereitungskreislauf 52 schliesst.

[0039] Die Desorptionsvorrichtung 46 ist im vorliegenden Fall als Verdampfer 54 mit einem Ablauf 55 und einer Heizung 56 ausgebildet. Die Beheizung erfolgt mit Dampf könnte jedoch auch mit elektrischer Energie oder auf andere an sich bekannte Weise erfolgen. Das im mittleren Bereich zugeführte, vorgewärmte ver-

dünnte Sorptionsmittel 34 wird erwärmt und durch Verdampfen von Wasser konzentriert, bis der vom Prozessrechner ermittelte Wert erreicht ist.

[0040] Das im Sole/Sole-Wärmeaustauscher 44 vorgekühlte konzentrierte Sorptionsmittel 32 wird in der Kühleinrichtung 48, einem ventilierten Luftkühler, auf eine optimale Betriebstemperatur gebracht.

[0041] Unterhalb der Austrittsöffnungen für die erwärmte Kühlluft 24 ist eine Auffangwanne 58 mit einem Ablauf 59 für Reinigungswasser der Kühlluft-Strömungskanäle 22 angeordnet. Diese Kanäle werden bei Arbeitsende durch Ausschwemmen (WO,A1 96/22497) gereinigt.

[0042] In Fig. 2 ist eine Sorptionsanlage mit zwei Plattenwärmeaustauschern 12, 12' dargestellt, wobei die Aufbereitung des verdünnten Sorptionsmittels 34 gemäss Fig. 1 erfolgt und deshalb nicht dargestellt ist.

[0043] Der erste Plattenwärmeaustauscher 12 entspricht im wesentlichen demjenigen von Fig. 1. Durch die Kühlluft-Strömungskanäle 22 (Fig. 1a) strömt jedoch aus dem Raum 20 austretende Abluft 60, welche mit Kühlwasser 36 besprüht wird und als Fortluft 62 in die Atmosphäre austritt. Das eingesprühte, mit kondensierter Feuchtigkeit der Aussenluft 14 verdünnte Sorptionsmittel 34 wird von einem Umlenkprofil 64 in den Bereich oberhalb der Wanne 40 umgelenkt.

[0044] Die getrocknete Aussenluft 14 wird durch einen zweiten Plattenwärmeaustauscher 12' geführt und bei Bedarf durch Besprühen mit Kühlwasser 36 dosierbar befeuchtet. Die in den Raum 20 eintretende Zuluft 18 ist damit bezüglich Temperatur und Wassergehalt klimatisiert.

[0045] Über den Spritzdüsenbalken 38' wird in regelmässigen Zeitintervallen Kühlwasser 36 eingesprüht, unter Einhaltung der oben erwähnten Bedingungen des stetigen Feuchthaltes der Kunststoffolien 28 (Fig. 1a), jedoch ohne Abtropfen.

[0046] Auch hier sind je nach Aussenbedingungen (Jahreszeit, Wetterlage usw.) verschiedene Betriebsarten möglich. Der Plattenwärmeaustauscher 12 kann ausgeschaltet und mit dem Wärmeaustauscher 12' durch in der Beschreibung von Fig. 1 erwähnte Betriebsweisen gekühlt und/oder erwärmt werden, ohne dass der absolute Feuchtigkeitsgehalt geändert wird. Ebenso kann der Plattenwärmeaustauscher 12 ausgeschaltet und mit dem Plattenwärmeaustauscher 12 getrocknet oder getrocknet und gekühlt werden.

[0047] Eine weitere Variante einer Sorptionsanlage mit zwei Plattenwärmeaustauschern 12, 12' ist in Fig. 3 dargestellt. Die Aussenluft 14 wird wie vorstehend gezeigt vor dem Eintritt in einen ersten Plattenwärmeaustauscher 12 kontinuierlich oder periodisch mit flüssigem, hygroskopischem Sorptionsmittel 32 besprüht, wobei die Aussenluft 14 entfeuchtet wird. Die über einen Tropfenabscheider 42 zu einem zweiten Plattenwärmeaustauscher 12' geleitet und dort gekühlt.

[0048] Die Abluft 60 aus dem Raum 20 in zwei Teilströme aufgeteilt. Ein erster Teilstrom wird nach dem

periodischen Besprühen mit Kühlwasser 36 durch den ersten Plattenwärmeaustauscher 12 geführt und tritt als Fortluft 62 in die Atmosphäre aus, analog einem zweiten Teilstrom 62', welcher zum Kühlen durch den zweiten Plattenwärmeaustauscher 12' geführt wird.

[0049] Im vorliegenden Fall wird Aussenluft von 32°C mit 12,5 g Wasser/kg Luft isotherm durch den ersten Wärmeaustauscher 12 geführt. Durch den Sorptionsvorgang wird die absolute Luftfeuchtigkeit auf 8g Wasser/kg Luft erniedrigt, die Temperatur bleibt, wie erwähnt, bei 32°C. Im zweiten Plattenwärmeaustauscher 12' wird die teilgetrocknete Luft auf 22°C abgekühlt, die absolute Luftfeuchtigkeit bleibt unverändert.

[0050] In Fig. 4, einem sogenannten Mollier-h-x-Diagramm für feuchte Luft ist eine Klimatisierung mit einer Sorptionsanlage 10 z.B. gemäss Fig. 2 oder 3 dargestellt. Feuchte Aussenluft hat eine Temperatur von 32°C und eine absolute Luftfeuchtigkeit von 12,8 g Wasser/kg Luft. Die feuchte Aussenluft einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40% wird durch Sorption in einem Plattenwärmeaustauscher 12 mittels eines eingesprühten Sorptionsmittels praktisch isotherm entfeuchtet. Dabei steigt die Temperatur leicht auf 34°C an, bleibt also praktisch isotherm und wird in diesem ersten Arbeitsschritt auf 6 g Wasser/kg Luft getrocknet. Die relative Luftfeuchtigkeit ist von 40% auf unter etwa 17% gesunken. Durch stärkere Kühlung könnte dieser erste Arbeitsschritt ohne weiteres noch genauer isotherm gehalten werden.

[0051] In einem zweiten Arbeitsschritt wird die Aussenluft nicht mehr entfeuchtet, nur noch gekühlt. Dadurch sinkt die Temperatur bei gleicher absoluter Luftfeuchtigkeit auf 22°C ab. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt nun bei etwa 35%.

[0052] In einem dritten Arbeitsschritt wird die entfeuchtete und abgekühlte Luft durch einen weiteren Plattenwärmeaustauscher geleitet und dort befeuchtet und gekühlt. Die Temperatur sinkt auf etwa 17°C, die absolute Luftfeuchtigkeit wird auf 8 g Wasser/kg Luft erhöht. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt nun knapp über 60%. Dieser letzte Arbeitsschritt erfolgt bei unveränderter Enthalpie, die Kurve verläuft parallel zwischen zwei Enthalpiekurven 66 im Mollier-h-x-Diagramm. Die Taupunktlinie 68 mit 100% relativer Luftfeuchtigkeit wird nicht erreicht.

[0053] Anhand eines weiteren Mollier-h-x-Diagramms wird gemäss Fig. 5 eine vereinfachte, in der Regel bevorzugte Variante in zwei statt drei Arbeitsschritten gezeigt. Feuchte Aussenluft hat eine Temperatur von wiederum 32°C und eine absolute Luftfeuchtigkeit von 12,8 g Wasser/kg Luft, was einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40% entspricht. Mit einem isothermen Sorptionsvorgang gemäss Fig. 1 wird die absolute Luftfeuchtigkeit auf 8 g Wasser/kg Luft erniedrigt, die relative Luftfeuchtigkeit ist auf etwa 26% gesunken. Im zweiten Arbeitsgang wird die Luft ohne Entfeuchtung direkt auf die Endtemperatur von 20°C abgesenkt, die

relative Luftfeuchtigkeit steigt auf etwa 52%.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen oder Trocknen und Kühlen von über wenigstens einen Plattenwärmeaustauscher (12) in einen Raum (20) geleiteter Luft (14), mit einem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel (32),  
dadurch gekennzeichnet, dass die Luft (14) eingangsseitig eines Plattenwärmeaustauschers (12) mit dem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel (32) in Strömungsrichtung kontinuierlich oder periodisch besprüht und die Kondensationswärme unter Aufrechterhaltung einer praktisch isothermen Entfeuchtung der Luft laufend abgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Kreuzstrom-Plattenwärmeaustauscher (12,12') eingangsseitig in gleichen Zeitintervallen ein feiner Sprühstrahl von aufbereitetem Wasser (36) in die Kühlluft-Strömungskanäle (22) gesprüht wird, wobei kein aufgespritztes Wasser abtropft und die luftbestrichenen Flächenelemente (28) bis zum nächsten Besprühen feucht bleiben.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das aus den Sorptions-Strömungskanälen (16) abtropfende verdünnte Sorptionsmittel (34) aufgefangen, zur Desorption des aufgenommenen Wassers erwärmt und unter Kühlung zur Wiederverwendung dem Plattenwärmeaustauscher (12) zugeleitet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft bei einer Temperatur von 30 bis 35, insbesondere bei etwa 32°C, isotherm entfeuchtet und durch Verdunstungskühlung die Temperatur um 5 bis 15°C, insbesondere um etwa 10°C, erniedrigt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die entfeuchtete oder entfeuchtete und abgekühlte Luft unter weiterer Abkühlung bei gleichbleibender Enthalpie wieder befeuchtet wird, wobei die Abkühlung und Befeuchtung deutlich vor dem Erreichen der Taupunktlinie (68) abgeschlossen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Luft um weitere 2 bis 10°, insbesondere etwa 5°C, gesenkt wird, jedoch höchstens bis etwa 2°C oberhalb der Taupunktlinie (68).
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass als Sorptionsmittel (32,34) eine gesättigte Lösung von  $\text{CaCl}_2$  aufgesprüht wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Sorptionsanlage (10) zum Trocknen oder zum Trocknen und Kühlen von Luft wenigstens einen korrosionsfesten Plattenwärmeaustauscher (12,12') mit einem eingangsseitig der Sorptions-Strömungskanäle (16) angeordneten Spritzdüsenbalken (26) oder einer Spritzdüsenmatrix (30) für das gesättigte Sorptionsmittel (32) und einem eingangsseitig der Kühlluft-Strömungskanäle (22) angeordneten Spritzdüsenbalken (38) für das Kühlwasser (36), eine Auffangwanne (40) für das abtropfende, verdünnte Sorptionsmittel (34) und einen Aufbereitungskreislauf (52) für das Sorptionsmittel (34) mit einer Desorptionseinrichtung (46), einer Kühleinrichtung (48) und einer Pumpe (50) umfasst.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Plattenwärmeaustauscher (12,12') aus Kunststoffolien (28) aufgebaut sind, vorzugsweise mit alternierenden, sich kreuzenden Sorptions- und Kühlluft-Strömungskanälen (16,22).
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Desorptionseinrichtung (46) als Verdampfer (54) und/oder Evakuierer und die Kühleinrichtung (48) als ventilierter Luftkühler ausgebildet sind, wobei zwischen der Desorptions- und der Kühleinrichtung vorzugsweise ein Sole/Sole-Gegenstromwärmeaustauscher (44) angeordnet ist.

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Trocknen oder Trocknen und Kühlen von über wenigstens einen Plattenwärmeaustauscher (12) in einen Raum (20) geleiteter feuchter Luft (14), mit einem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel (32), dadurch gekennzeichnet, dass

die Luft (14) eingangsseitig eines Plattenwärmeaustauschers (12) mit dem flüssigen, hygroskopischen Sorptionsmittel (32) in Strömungsrichtung kontinuierlich oder periodisch besprüht und die Kondensationswärme unter Aufrechterhaltung einer praktisch isothermen Entfeuchtung der Luft laufend direkt oder über Mittel (12') zum Kühlen in den Raum (20) geleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Kreuzstrom-Plattenwärmeaustauscher (12,12') eingangsseitig in gleichen Zeitintervallen ein feiner Sprühstrahl von aufbereitetem Wasser (36) in die Kühlluft-Strömungskanäle (22) gesprüht wird, wobei kein aufgesprühtes Wasser abtropft und die luftbestrichenen Flächenelemente (28) bis zum nächsten Besprühen feucht bleiben.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das aus den Sorptions-Strömungskanälen (16) abtropfende verdünnte Sorptionsmittel (34) aufgefangen, zur Desorption des aufgenommenen Wassers erwärmt und unter Kühlung zur Wiederverwendung dem Plattenwärmeaustauscher (12) zugeleitet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft bei einer Temperatur von 30 bis 35°C, insbesondere bei etwa 32°C, isotherm entfeuchtet und durch Verdunstungskühlung die Temperatur um 5 bis 15°C, insbesondere um etwa 10°C, erniedrigt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Trocknen und Kühlen durch isothermes Entleuchten in einem ersten Plattenwärmeaustauscher (12) und anschliessendem Kühlen in einem zweiten Plattenwärmeaustauscher (12'), durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die entleuchtete oder entfeuchtete und abgekühlte Luft unter weiterer Abkühlung bei gleichbleibender Enthalpie wieder beleuchtet wird, wobei die Abkühlung und Beleuchtung deutlich vor dem Erreichen der Taupunktlinie (68) abgeschlossen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die getrocknete Zuluft (18) über einen Tropfenabscheider (42) in den Raum (20) geleitet wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass

eine Sorptionsanlage (10) zum Trocknen oder zum Trocknen und Kühlen von Luft wenigstens einen korrosionsfesten Plattenwärmeaustauscher (12,12') mit einem eingangsseitig der Sorptions-Strömungskanäle (16) angeordneten Spritzdüsenbalken (26) oder einer Spritzdüsenmatrix (30) für das gesättigte Sorptionsmittel (32) und/oder einem eingangsseitig der Kühlluft-Strömungskanäle (22) ange-

ordneten Spritzdüsenbalken (38) für das Kühlwasser (36), eine Auffangwanne (40) für das abtropfende, verdünnte Sorptionsmittel (34) und einen Aufbereitungskreislauf (52) für das Sorptionsmittel (34) mit einer Desorptionseinrichtung (46), einer Kühleinrichtung (48) und einer Pumpe (50) umfasst.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Plattenwärmeaustauscher (12,12') aus Kunststoffolien (28) aufgebaut sind, vorzugsweise mit alternierenden, sich kreuzenden Sorptions- und Kühlluft-Strömungskanälen (16,22).

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Desorptionseinrichtung (46) als Verdampfer (54) und/oder Evakuierer und die Kühleinrichtung (48) als ventilierter Luftkühler ausgebildet sind, wobei zwischen der Desorptions- und der Kühleinrichtung vorzugsweise ein Sole/Sole-Gegenstromwärmeaustauscher (44) angeordnet ist.

25

30

35

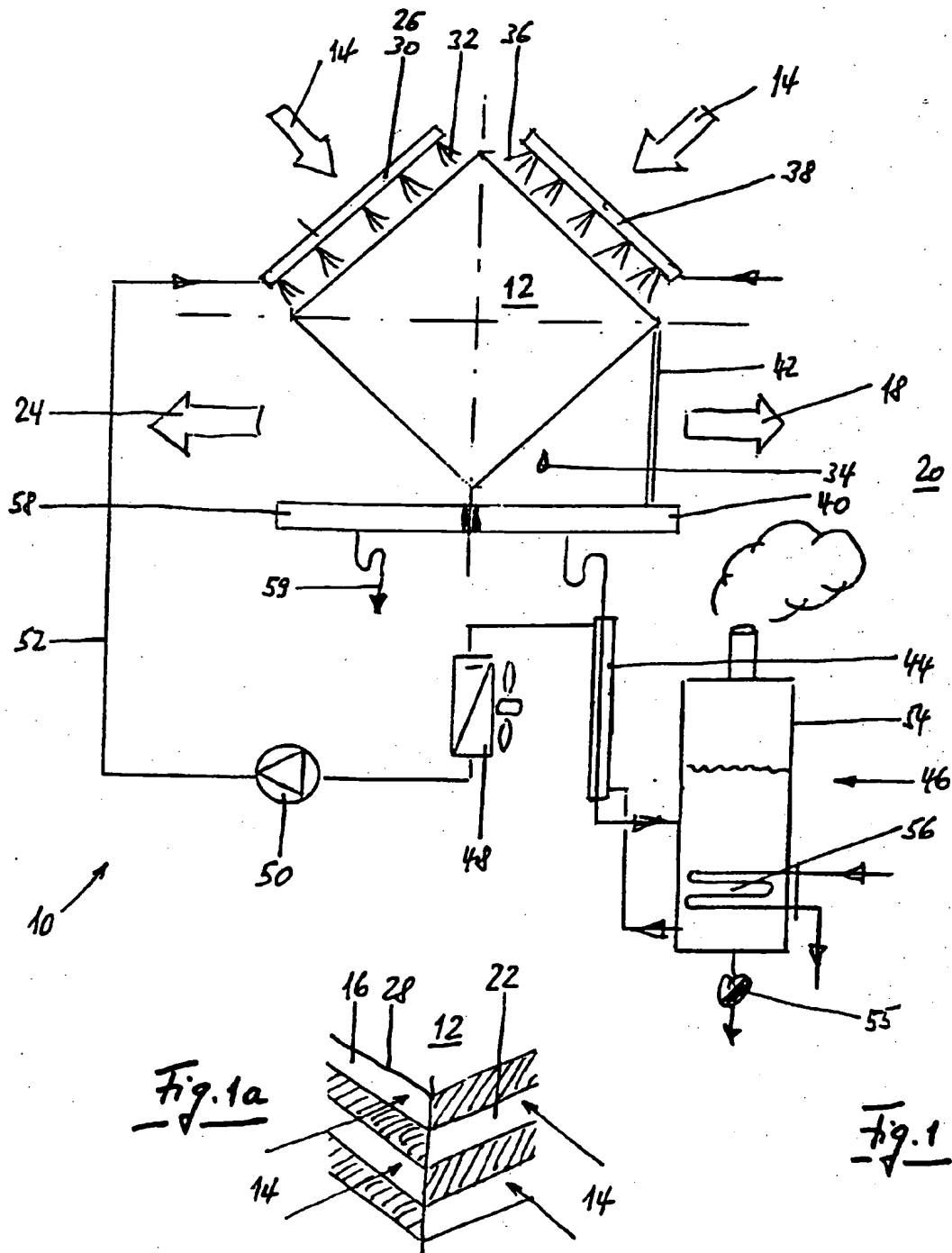
40

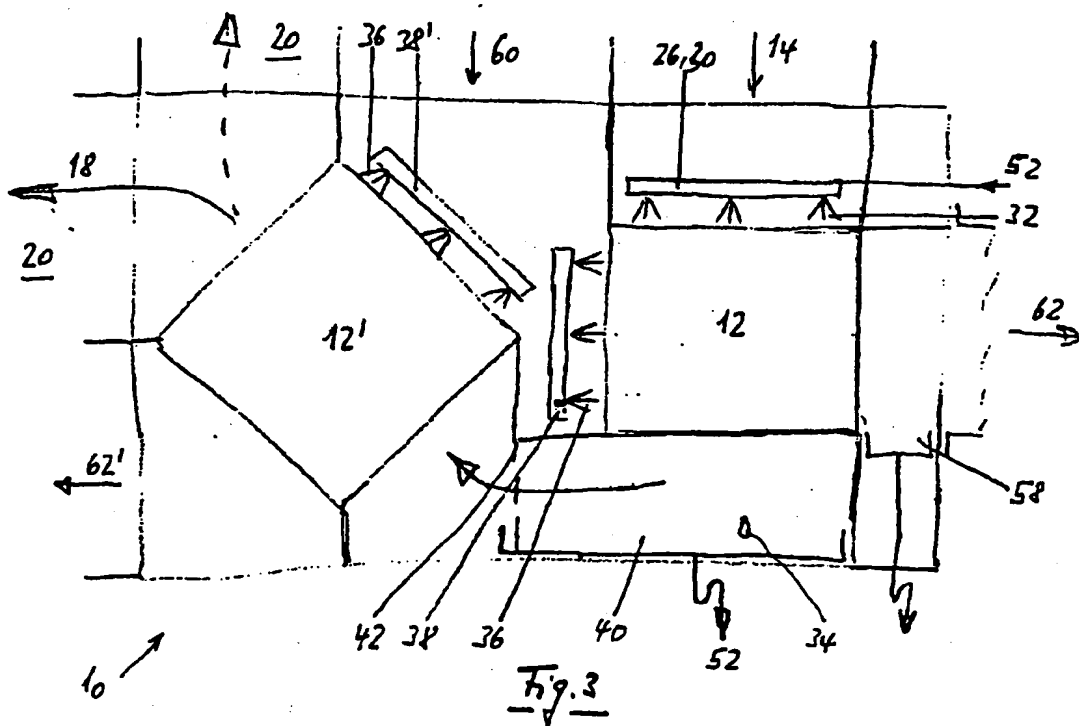
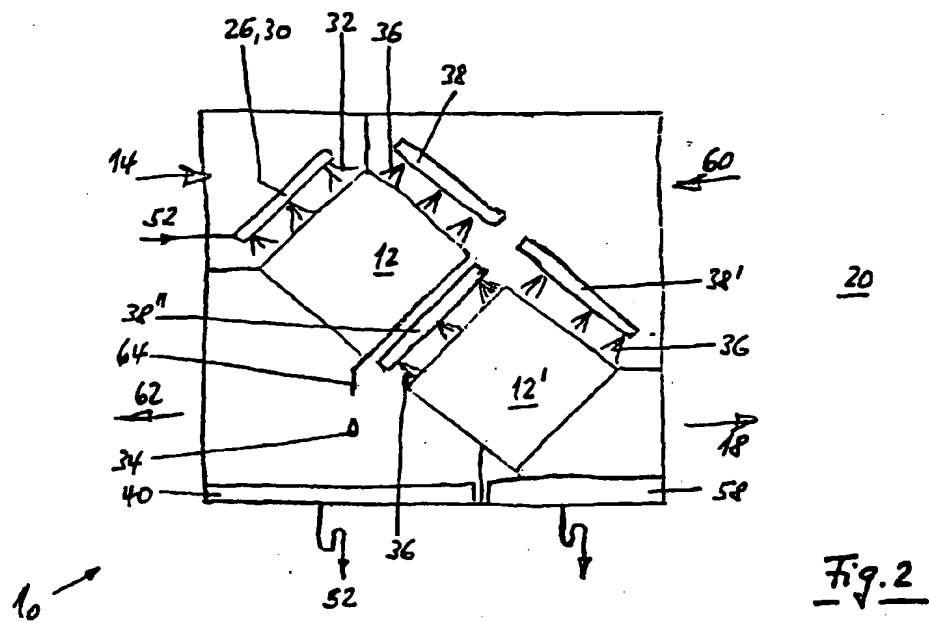
45

50

55







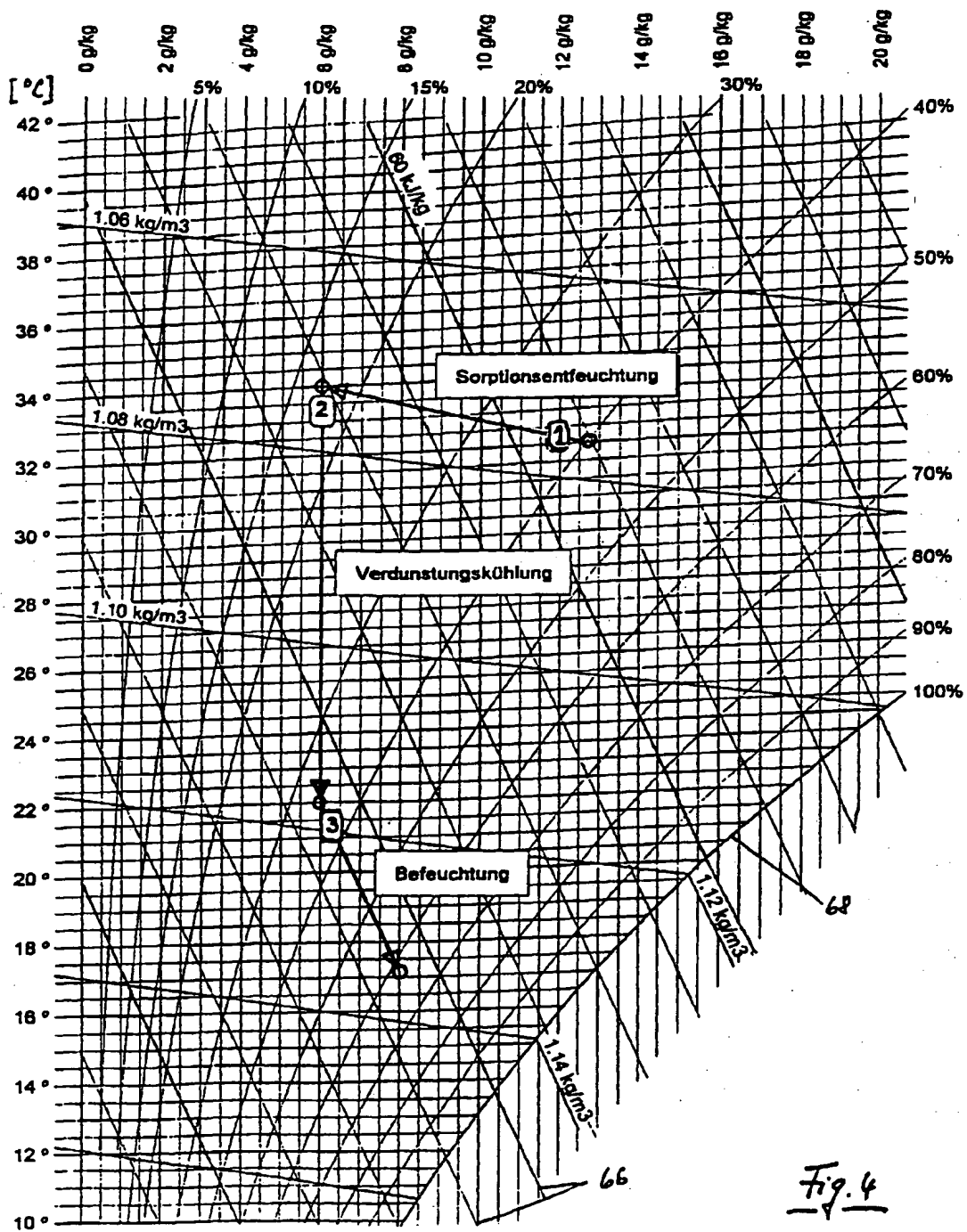


Fig. 4

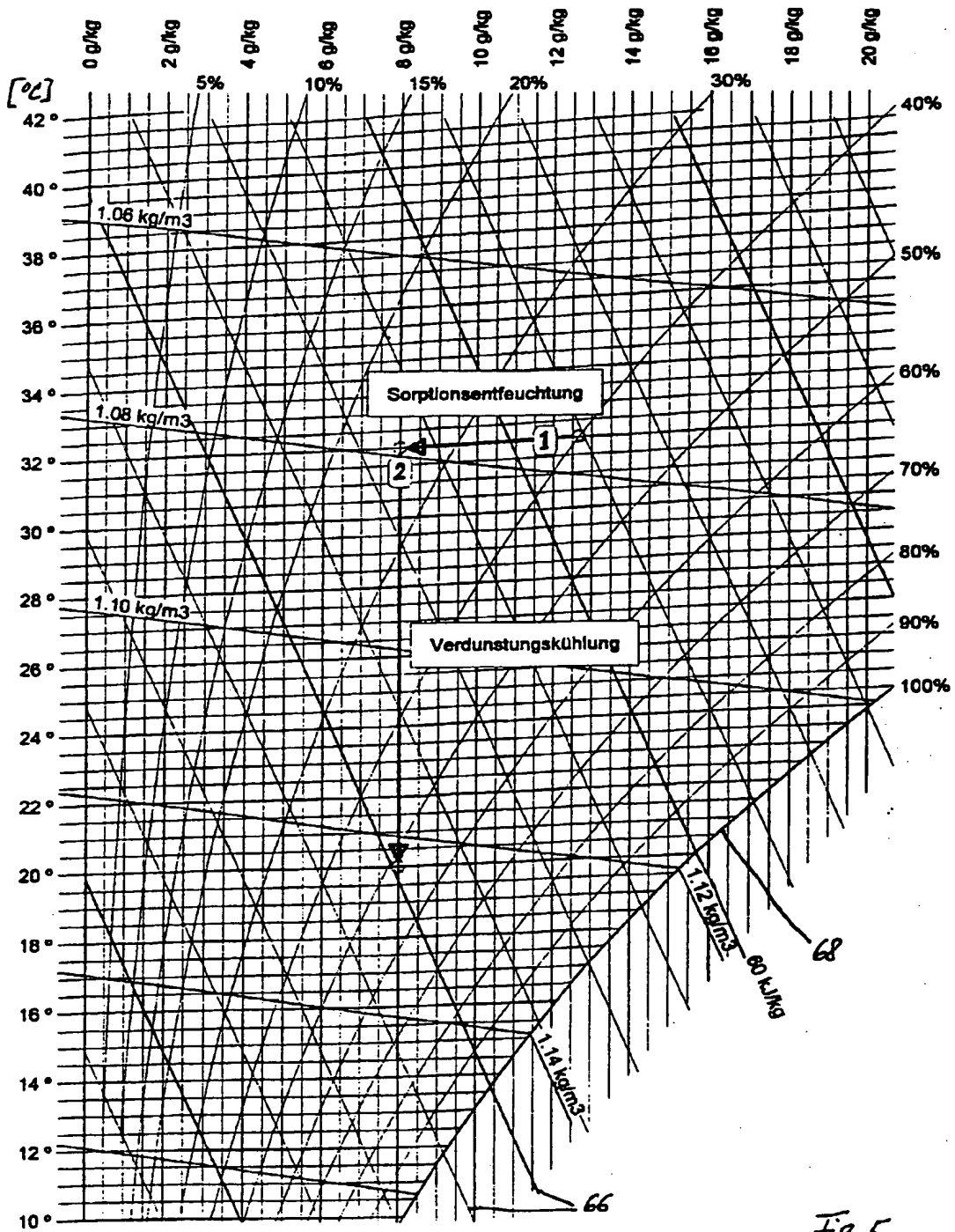


Fig. 5



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 81 0472

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.8)
X	US 5 351 497 A (LOWENSTEIN ANDREW I) 4. Oktober 1994	1-3,8	F24F3/147
A	* das ganze Dokument *	4,5,7,9, 10	
A	WO 97 18423 A (MECKLER MILTON) 22. Mai 1997 * Anspruch 1; Abbildungen *	1	
A	US 5 653 115 A (BANKS NANCY ET AL) 5. August 1997 * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
A,D	WO 96 22497 A (POLYBLOC AG ;BACHOFEN FRIEDRICH (CH)) 25. Juli 1996 * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.8)
			F24F B01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>11. September 1998</b>	Prüfer <b>Gonzalez-Granda, C</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/92 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 81 0472

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-09-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5351497 A	04-10-1994	KEINE	
WO 9718423 A	22-05-1997	US 5471852 A	05-12-1995
		AU 2948495 A	22-01-1997
		AU 4162196 A	05-06-1997
		US 5297398 A	29-03-1994
		NO 9701066 A	09-01-1997
		US 5426953 A	27-06-1995
		US 5191771 A	09-03-1993
US 5653115 A	05-08-1997	KEINE	
NO 9622497 A	25-07-1996	AU 4382796 A	07-08-1996
		DE 29506110 U	17-08-1995
		EP 0800641 A	15-10-1997

EPO FORM P0401

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82